



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
CAMPUS SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Andressa Bertoncini Martins
Carolina Gomes de Souza
Júlia Aparecida Neves
Raquel Oliveira Silva
Samanta Camila Nogueira

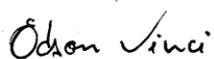
SISTEMA DE CONTROLE COM CLP PARA SECAGEM DE ROUPA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São José dos Campos, como requisito para obtenção do Título de Técnico em Automação Industrial sob orientação do Professor Edson Vinci e coorientação do Professor Doutor José Eduardo Cervelin.

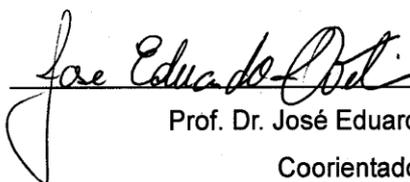
São José dos Campos
2014

BANCA EXAMINADORA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) defendido e aprovado em
01 de dezembro de 2014, pela banca examinadora constituída pelos
professores:



Prof. Edson Vinci
Orientador



Prof. Dr. José Eduardo Cervelin
Coorientador

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos pais e professores, por todo o incentivo e ajuda para que isso fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois sem Ele não teríamos forças para essa longa caminhada.

Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A esta instituição, seus servidores, direção e administração que oportunizaram a janela que nos proporcionou a visão de um futuro promissor.

Ao orientador Prof. Edson, por todo apoio e confiança. Pelas suas correções e incentivos, proporcionando-nos as ferramentas e o caminho para chegar até aqui.

Ao coorientador Prof. Dr. Eduardo, pelo empenho e apoio dedicado à elaboração deste trabalho.

À Prof.^a Dr.^a Vânia pelos conselhos e orientações que foram essenciais para atingirmos as exigências.

Ao Técnico em Eletrotécnica Everson e ao Técnico em Eletrônica Danilo, pelo suporte e pela atenção oferecidos.

À Técnica em Mecânica Marcela, pela paciência e colaboração para a montagem do nosso trabalho, priorizando nos apresentar o ensino que ainda não conhecíamos.

Ao Ricardo, pela atenção e ideia que se concretizou com eficiência.

A todos os nossos colegas pela amizade, nos auxiliando e permanecendo unidos para a finalização deste trabalho.

Agradecemos a todos os professores que sempre estiveram dispostos a solucionar nossas dúvidas, proporcionando o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade no processo de formação profissional.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte das nossas formações, o nosso muito obrigado.

*“O crescimento intelectual é atingido
somente por quem não tem medo de
aprender.”*

(Luciano Rosset)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVO	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1. CLP	13
3.2. Motor DC com caixa de redução	15
3.3. Sensor de umidade	16
3.4. Sensor de temperatura	17
3.5. Chave fim de curso.....	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
4.1. Métodos.....	20
4.2. Diagrama em blocos.....	22
4.2.1. Dispositivo mecânico.....	23
4.2.2. Esquema elétrico	24
4.2.3. Fluxograma do Sistema	26
4.2.4. Código <i>ladder</i> para CLP	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
6. CONCLUSÃO	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
8. ANEXOS	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Materiais do protótipo.	19
Tabela 2 - Roupa - Algodão, relação entre temperatura, umidade e tempo.	21
Tabela 3 - Roupa - Algodão, relação entre temperatura, umidade e tempo.	22
Tabela 4 - Roupa - Algodão, relação entre temperatura, umidade e tempo.	34
Tabela 5 - Roupa - Jeans, relação entre temperatura, umidade e tempo.....	34
Tabela 6 - Roupa - Mix, relação entre temperatura, umidade e tempo.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aplicação genérica do CLP (GEORGINI, 2011).	14
Figura 2 - CLP.	14
Figura 3 - Estrutura interna de um Motor DC (BRAGA, 2003).....	15
Figura 4 - Motor DC com caixa de redução.....	16
Figura 5 - Chave fim de curso e suas principais partes (FRANCHI e CAMARGO, 2008).	18
Figura 6 - Esquemático para uma Ponte H (FILHO).	19
Figura 7 - Diagrama em blocos.	23
Figura 8 - Cotas da polia.	24
Figura 9 - Vistas da polia.....	24
Figura 10 - Esquema elétrico.	25
Figura 11 - Fluxograma.	26
Figura 12 - Código Ladder: Verificação da Temperatura e Umidade.	28
Figura 13 - Código Ladder: Seleção do tipo de roupa/ Tempo de secagem da Roupa A.....	29
Figura 14 - Código Ladder. Seleção do tipo de roupa/ Tempo de secagem da Roupa B.....	30
Figura 15 - Código <i>Ladder</i> . Seleção do tipo de roupa/ Tempo de secagem da Roupa C.....	31
Figura 16 - Código Ladder: Início do sistema/ Avanço do motor.	32
Figura 17 - Código Ladder: Recuo dos fixadores de cabide.	33
Figura 18 - Botoeiras para escolher o tipo de roupa.	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CLP	Controlador Lógico Programável (<i>Programmable Logic Controller</i>)
DC	<i>Direct current</i> (Corrente contínua)
min	Minutos
mm	Milímetros
V	Volt
%	Porcentagem
°	Graus
°C	Graus <i>Celsius</i>

RESUMO

Este trabalho apresenta um sistema de controle com CLP para secagem de roupa. O sistema funciona da seguinte maneira: o usuário seleciona o tipo de roupa (algodão, jeans ou mix) e aperta o botão de início do processo. Ao fazer isso, o motor é acionado pelo CLP, com código em *ladder*, para mover as polias responsáveis por esticar a corda do trilho, fazendo com que os fixadores (ganchos) para cabides fiquem estirados. Após o avanço do motor, o CLP faz o processamento da aquisição de dados dos sensores de umidade do ar e de temperatura, associando essas medidas a valores de tempo pré-determinados para inicialização e finalização do tempo de contagem. Posteriormente à finalização da contagem, o motor é acionado novamente, mas no sentido reverso, ou seja, ele faz com que as polias girem a fim de recolher a corda. Todo o movimento de avanço e retorno da corda do trilho, onde estão os fixadores, é finalizado por chaves fim de curso, dispostas nas extremidades do trilho, desligando o motor elétrico.

Palavras-chave: Controlador Lógico Programável – sensores – secagem.

ABSTRACT

This paper presents a control system with PLC for clothes drying. The system works as follows: the user selects the type of fabric (cotton, jeans or mix) and tightens the outset button. In doing so, the motor is driven by the PLC, with code ladder to move the pulleys responsible for stretching the rope rail, causing the fasteners (hooks) for hangers become stretched. After advancing the motor, the PLC causes the data acquisition processing of the humidity sensor and the air temperature by associating these steps at predetermined time values for the start and end counting time. After the completion of the count, the motor is driven again, but in the reverse direction, that is, it causes the pulleys to rotate in order to collect the rope. Any movement forward and return rail rope, where the fasteners, is finished off by limit switches arranged in the rail ends, turning off the electric motor.

Keywords: Programmable Logic Controller - sensors - drying.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, muitas pessoas ainda utilizam o método convencional para a secagem de roupas, no qual o sol e o vento são essenciais. Nesse método, existe também outro fenômeno que influencia na secagem, a umidade do ar.

Nos dias de ar seco, as moléculas de água que saem do tecido se agrupam com mais facilidade na atmosfera. O tipo de tecido também modifica essa condição: roupas de fibras mais porosas, como o linho, favorecem o desprendimento da água, enquanto tecidos de fibras mais densas e fechadas, como a lã, dificultam a evaporação. A secagem de roupas pelo sol e pelo vento acontece da seguinte maneira: ao estendermos a roupa molhada no varal, o calor do Sol fornece energia térmica para as moléculas de água começarem a se movimentar. Assim, algumas delas vão se desprendendo do tecido lentamente para a atmosfera em forma de vapor. Quando todas elas se soltarem, a roupa estará seca. A energia para a movimentação das partículas vem da ação do sol e do vento. Neste processo, conhecido como convecção, a massa de ar agita e “empurra” as moléculas de água para fora do tecido, secando a roupa. (PORTILHO, 2009)

Devido à correria do dia a dia com o trabalho e os estudos, as pessoas passam menos tempo em suas casas, acarretando a dificuldade de conciliar as atividades domésticas com as externas.

Como a maioria das pessoas chegam a suas casas no fim da tarde ou à noite, há a preocupação com a lavagem de roupas em relação ao período em que estas ficarão expostas.

Neste trabalho, serão utilizados sensores para medir a umidade relativa do ar e temperatura ambiente. Em seguida, será selecionado um tempo pré-determinado a ser utilizado para a secagem de roupas. Os tempos foram determinados de forma empírica, os quais consideraram o tipo de tecido da roupa em processo de secagem.

1. OBJETIVO

O objetivo do trabalho é construir um Sistema de Controle com CLP para secagem de roupa que irá medir a umidade relativa do ar e a temperatura ambiente através de dispositivos eletro-eletrônicos. A seleção dos tempos para o processo de secagem é estabelecida a partir do tipo de tecido indicado pelo usuário e da mensuração das condições ambientais captadas pelos sensores.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CLP

É um dos controladores mais utilizado em sistemas de controle. Sua finalidade, como o próprio nome diz, é controlar um processo através de um algoritmo lógico programável.

O Controlador Lógico Programável utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções.

O Controlador Lógico Programável, ou simplesmente CLP, do inglês *Programmable Logic Controller (PLC)*, pode ser definido como um computador industrial, capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle (sequência lógica, temporização e contagem, por exemplo), além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede, sendo utilizado no controle de Sistemas Automatizados (GEORGINI, 2011).

A figura 1 abaixo mostra o esquema da aplicação de um CLP. Os dispositivos de entrada, como transdutores, sensores e chaves, são responsáveis por ler informações, que serão executadas por meio do CLP através de um software desenvolvido pelo programador. E a ação do processo é realizada pelos dispositivos de saída, como amplificadores, sinalizadores, atuadores, entre outros.

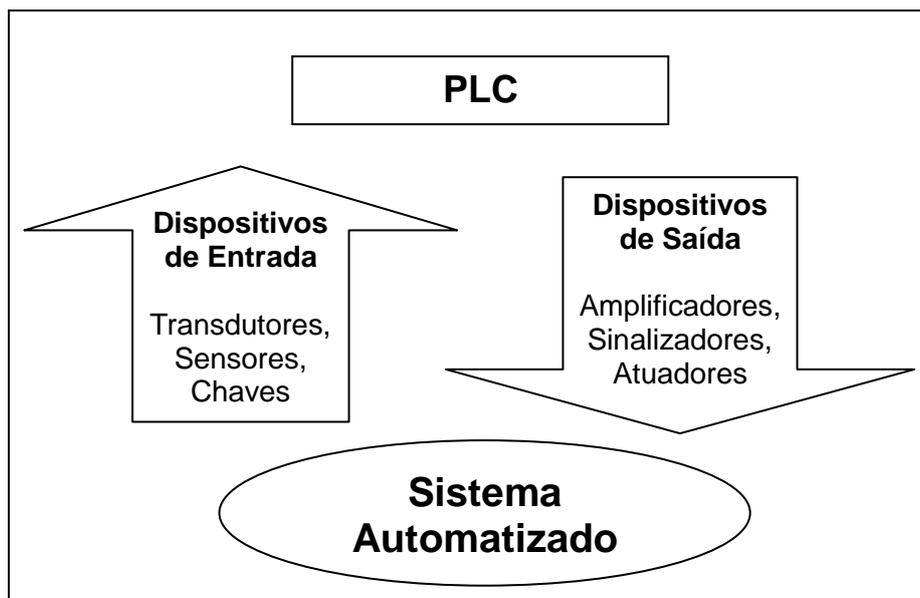


Figura 1 - Aplicação genérica do CLP (GEORGINI, 2011).

A figura 2 apresenta o CLP do fabricante WEG, no modelo CLW -02/20VT-D. O princípio básico de funcionamento de um CLP pode ser apresentado pelos itens a seguir:



Figura 2 - CLP.

- Fonte de Alimentação: converte a tensão da rede elétrica e fornece tensão para alimentação de entradas e saídas;
- Unidade de processamento (CPU): é responsável pelo funcionamento lógico de todos os circuitos;
- Memória do usuário: é onde se armazena o programa da aplicação desenvolvido pelo usuário, que pode ser alterado, já que flexibilidade é uma das vantagens do uso de CLP. A capacidade de memória varia de acordo com a marca e/ou modelo do Controlador.
- Memória de dados: é a região de memória destinada a armazenar os dados do programa do usuário, como valores de temporizadores, contadores, códigos de

erro, entre outros, que podem ser consultados ou alterados durante sua execução.

- Memória imagem das entradas e saídas: é o local onde são armazenados os estados de cada uma das entradas e saídas sempre o que a CPU executa um ciclo de leitura ou execução (LACERDA).

2.2. Motor DC com caixa de redução

Os motores de corrente contínua (CC) ou motores DC (*Direct Current*) são dispositivos que operam aproveitando as forças de atração e repulsão geradas por eletroímãs e ímãs permanentes.

Conforme mostra a figura 3, um conjunto de bobinas gira tendo sua corrente comutada por escovas que invertem o sentido da corrente a cada meia volta, de modo a manter o movimento (BRAGA, 2003).

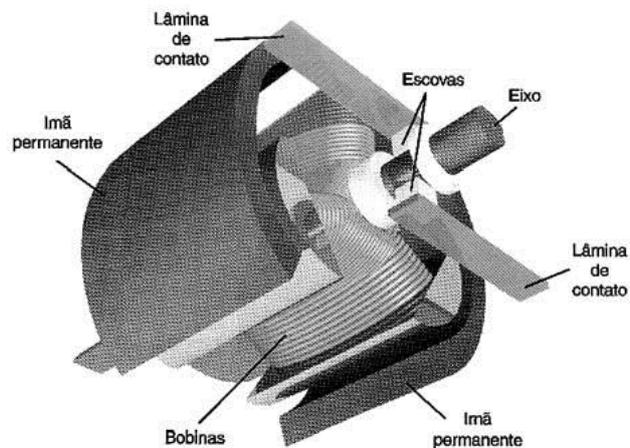


Figura 3 - Estrutura interna de um Motor DC (BRAGA, 2003).

Os motores DC são geralmente de alta rotação e pequeno torque. Para utilizar um motor elétrico de corrente contínua, em situações que necessitam de baixa rotação, é necessário realizar alteração na sua tensão de alimentação ou acoplar ao seu eixo um conjunto de engrenagens denominadas caixa de redução.

Utilizando-se caixas de redução apropriadas e controles de velocidade e sentido, é possível obter velocidades diferenciadas com estes motores (BRAGA, 2003).

A figura 4 mostra um motor DC com caixa de redução.



Figura 4 - Motor DC com caixa de redução.

2.3. Sensor de umidade

A umidade pode ser definida como o teor de vapor de água ou outros gases no ar que geralmente é medida em termos de umidade absoluta (a razão entre a massa de vapor de água para o volume de ar ou de gás), ponto de orvalho (a temperatura e pressão à qual um gás começa a condensar-se em um líquido), e de umidade relativa, ou RH (a razão entre a umidade, teor de ar, em comparação com o nível de umidade saturada, à mesma temperatura ou pressão) (WILSON).

Existem diversos tipos de sensores de umidade como capacitivos, resistivos, e de condutividade térmica. Os sensores capacitivos são amplamente utilizados em aplicações industriais e comerciais. Eles dominam ambas as medições atmosféricas e de processo e são capazes de funcionar com precisão até 0% de umidade relativa. Devido ao seu efeito de baixa temperatura, eles são frequentemente utilizados sobre amplas faixas da mesma.

Já os sensores de umidade resistivo conseguem medir a variação de impedância, que normalmente tem uma inversa relação exponencial à umidade. Esses sensores possuem um revestimento cerâmico para fornecer proteção em ambientes onde ocorre a condensação.

E por fim, os sensores de umidade de condutividade térmica (também conhecidos como sensores de umidade absoluta) medem a umidade absoluta, através do cálculo da diferença entre a condutividade térmica do ar seco e do ar contendo vapor de água. Estes sensores são construídos usando dois coeficientes de temperatura negativa (NTC) e elementos como termistores em um circuito de ponte DC. A diferença na resistência entre os dois termistores é diretamente proporcional à umidade absoluta (WILSON).

2.4. Sensor de temperatura

Os sensores de temperatura convertem a grandeza física temperatura em um sinal elétrico. Alguns tipos de sensores são: PT 100, Termopar, entre outros.

Os sensores PT 100 verificam a variação da resistência elétrica com a temperatura.

Os Termopares são dispositivos elétricos que medem a temperatura, por tensões de saídas previstas e suportam altas temperaturas (ECIL).

2.5. Chave fim de curso

As chaves fim de curso são comutadores elétricos de entrada de sinais acionados mecanicamente.

Essas chaves são basicamente constituídas por uma alavanca ou haste, com ou sem roldanas na extremidade, que transmite o movimento aos contatos que se abrem ou se fecham de acordo com a sua função. Pode ser na parte de controle, sinalizando os pontos de início ou de parada de um determinado processo, e de segurança, desligando equipamentos quando há abertura de porta ou equipamento e alarme (FRANCHI e CAMARGO, 2008).

A figura 5 mostra uma chave fim de curso e sua estrutura interna.

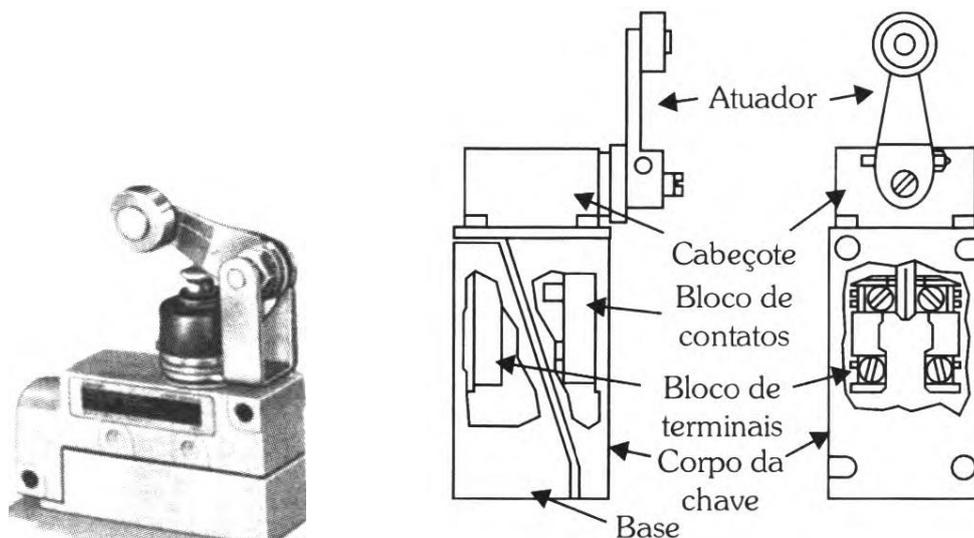


Figura 5 - Chave fim de curso e suas principais partes (FRANCHI e CAMARGO, 2008).

2.6. Circuito de acionamento por Ponte H

O sentido de rotação de um motor de corrente contínua depende do sentido de circulação da corrente pelos seus enrolamentos. Isso significa que, invertendo a polaridade da alimentação de um motor, invertemos também o seu sentido de rotação (FILHO).

O controle automático pode ser feito com a ajuda de dois relés: cada um funciona como uma chave. A ideia básica neste circuito é fazer com que o acionamento dos relés possibilite que o sentido de circulação da corrente que passa pelo motor possa ser invertido. Para que isso aconteça, um dos relés deve estar em sua posição de repouso enquanto o outro deve ser energizado para que a chave interna seja comutada.

A figura 6 a seguir ilustra um esquema de funcionamento da ponte H que resulta na inversão do sentido de rotação do motor de corrente contínua.

Quando o relé 2 (SW2) estiver energizado, ou seja, quando estiver na posição 1, e o relé 1 (SW1) estiver desenergizado, ou seja, quando estiver na posição 2, o motor girará no sentido horário. A partir do momento em que o estado dos relés e o sentido da passagem da corrente mudam, conseqüentemente o sentido de rotação se inverte (FILHO).

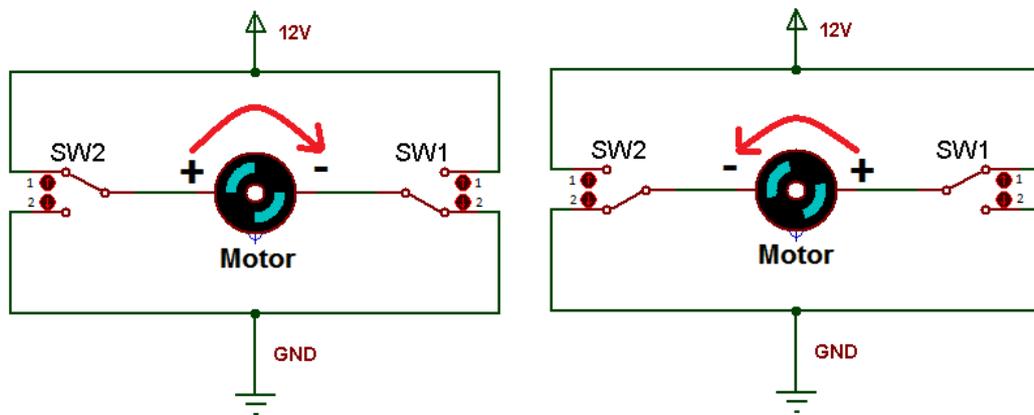


Figura 6 - Esquemático para uma Ponte H (FILHO).

2.7. Polia

As polias ou roldanas basicamente são discos que podem girar em torno de um eixo e são normais ao seu plano. Na periferia desses discos existe um sulco, denominado canal, no qual passa uma corda ou cabo contornando-o. O eixo é sustentado por mancais.

As polias, quanto ao modo de operação, classificam-se em fixas e móveis. Nas fixas, os mancais de seus eixos permanecem em repouso em relação ao suporte onde foram fixados. Nas móveis, tais mancais se movimentam juntamente com a carga que está sendo deslocada pela máquina (NETTO, 2011).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

Os componentes utilizados no projeto do Sistema de Controle com CLP para secagem de roupa estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Materiais do protótipo.

Denominação	Fabricante	Tipo	Quantidade
Braçadeira	-	-	1
Chave fim de curso	-	-	2

CLP	WEG	CLW-02/20VT-D	1
Eixo	-	Aço 1020	1
Fixadores de cabide	-	Aço galvanizado	10
Motor	-	DC com caixa de redução de 12V	1
Parafusos e porcas	-	-	2
Placa em formato L	-	Metal	1
Polia	-	PVC	2
Rebites	-	-	3
Relés	-	-	2
Sensor de Temperatura	-	-	1
Sensor de Umidade	-	-	1
Trilho de persiana	-	Metalon	1

3.2. Métodos

Pela ferramenta Clic02 Edit foi desenvolvida toda a lógica de funcionamento do Sistema de Controle com CLP para secagem de roupa. Para a implementação foi necessário a utilização de alguns elementos, como: temporizadores, comparadores, marcadores, contatos com selo, entre outros.

Os comparadores são responsáveis pela aquisição dos valores presentes nos sensores. Através da comparação desses valores, os temporizadores executam a contagem para a secagem das roupas dispostas no trilho.

Como necessidade de projeto, foi necessário pré-definir tempos para a secagem das roupas através da umidade relativa do ar e da temperatura. Assim, foram realizados testes em tipos de roupas como: algodão, jeans e variados em temperaturas ambientes diferentes.

Com os testes realizados, foi possível definir o valor de cada temporizador do CLP. Por exemplo: uma roupa de algodão levou 45 minutos para secar com uma temperatura entre 11 e 20°C e umidade relativa do ar entre 31 e 50%. O mesmo processo resultou em 33 minutos quando a temperatura estava numa escala entre 21 e 30°C e a umidade, entre 51 e 70%.

A Tabela 2 indica os valores de tempos em minutos, determinados de forma empírica, para roupa do tipo algodão – teste.

Tabela 2 - Roupa - Algodão, relação entre temperatura, umidade e tempo.

ALGODÃO		Temperatura [°C]		
		11 a 20	21 a 30	31 a 40
Umidade [%]	31 a 50	45		22
	51 a 70		33	
	71 a 90		36	26

Com a finalidade de completar a tabela, foram feitos cálculos para que os tempos fossem proporcionais à medida que a temperatura e a umidade variassem.

Por exemplo, com a temperatura entre 21 e 30°C, o tempo de secagem referente à umidade entre 31 e 50% foi calculado da seguinte forma:

$$\Delta \text{Umidade} = \frac{36 - 33}{36}$$

$$\Delta \text{Umidade} = \frac{3}{36}$$

$$\Delta \text{Umidade} \cong 0,0833$$

A taxa de variação de umidade entre 51 e 90% é de 0,0833. Assim, para que haja proporção, o mesmo cálculo foi feito para descobrir a variação do tempo.

$$\Delta \text{Tempo} = 33 \times 0,0833$$

$$\Delta \text{Tempo} = 2,75$$

Por fim, o tempo para que a roupa de algodão fique seca, se a temperatura estiver entre 21 e 30°C e a umidade relativa, entre 51 e 70%, é de:

$$\text{Tempo} = 33 - 2,75$$

$$\text{Tempo} \cong 30 \text{ minutos}$$

Do mesmo modo, a execução dos cálculos foi feita para todos os valores restantes e chegou-se à seguinte tabela:

Tabela 3 - Roupas - Algodão, relação entre temperatura, umidade e tempo.

ALGODÃO		Temperatura [°C]		
		11 a 20	21 a 30	31 a 40
Umidade [%]	31 a 50	45	30	22
	51 a 70	53	33	24
	71 a 90	60	36	26

O projeto do Sistema de Controle com CLP para secagem de roupa, foi desenvolvido no kit didático de CLP, CLP140IF, do fabricante Bit9 Automação. Para interfacear o CLP ao motor elétrico, foi desenvolvido uma placa de circuito impresso para a ponte H.

No desenvolvimento do projeto, foram utilizados dispositivos mecânicos como polias e eixo do motor, que possibilitassem o deslocamento dos fixadores de cabides presente no sistema. As polias foram confeccionadas no torno mecânico, fresa e furadeira, com embasamento no desenho construído no programa Inventor. Foram confeccionadas duas polias com o objetivo de serem colocadas e fixadas no eixo do motor para que girassem simultaneamente, possibilitando o movimento de recolher e avançar os fixadores.

3.3. Diagrama em blocos

A figura 7 a seguir apresenta a relação entre as partes fundamentais do Sistema de Controle com CLP para secagem de roupa.

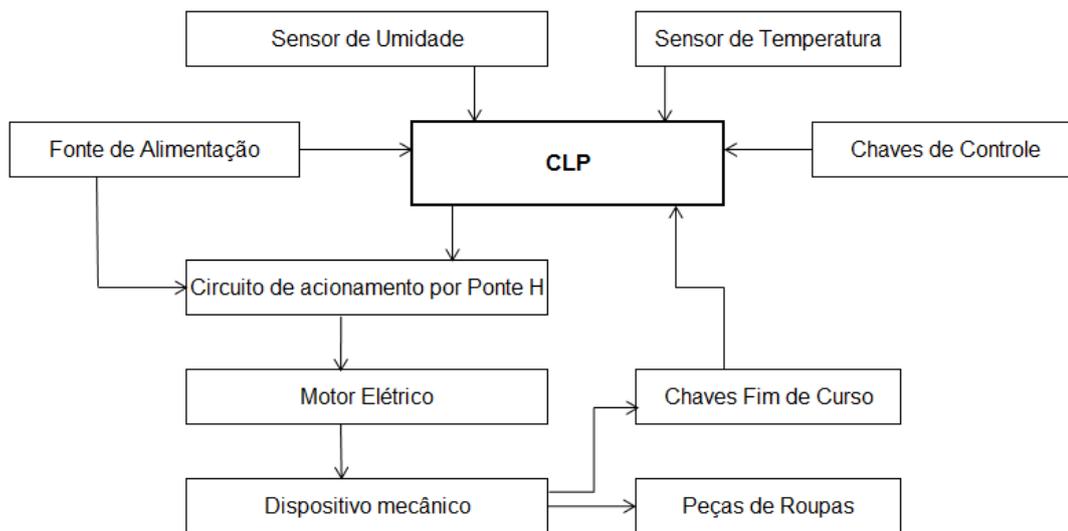


Figura 7 - Diagrama em blocos.

Para a determinação da temperatura e umidade do ambiente, sensores estão conectados nas entradas analógicas do CLP.

Nas entradas digitais do CLP estão conectadas chaves de controle do tipo impulso, para iniciar todo o procedimento do sistema de controle para secagem de roupa, e chaves de retenção, para seleção do tipo de roupa.

Executando a leitura dos sensores e chaves de controle, o CLP busca o correspondente tempo que determina o período de secagem da roupa. Os tempos foram determinados empiricamente e estão gravados no próprio CLP.

O CLP comanda o circuito de acionamento por Ponte H, por uma saída digital, que por sua vez aciona o motor elétrico em ambos os sentidos.

O sistema elétrico será alimentado por uma fonte de tensão contínua de 24VDC, com exceção do motor elétrico que opera com 12VDC.

O Dispositivo Mecânico, constituído de fixadores para cabides, é movido pelo motor elétrico através de um trilho. Em cada extremidade do trilho há uma chave fim de curso para informa ao CLP, por uma entrada digital, o término do movimento. As peças de roupas são dispostas nos cabides do dispositivo mecânico.

3.3.1. Dispositivo mecânico

As Figuras 8 e 9 abaixo mostram as polias utilizadas no sistema de controle

com CLP para secagem de roupa.

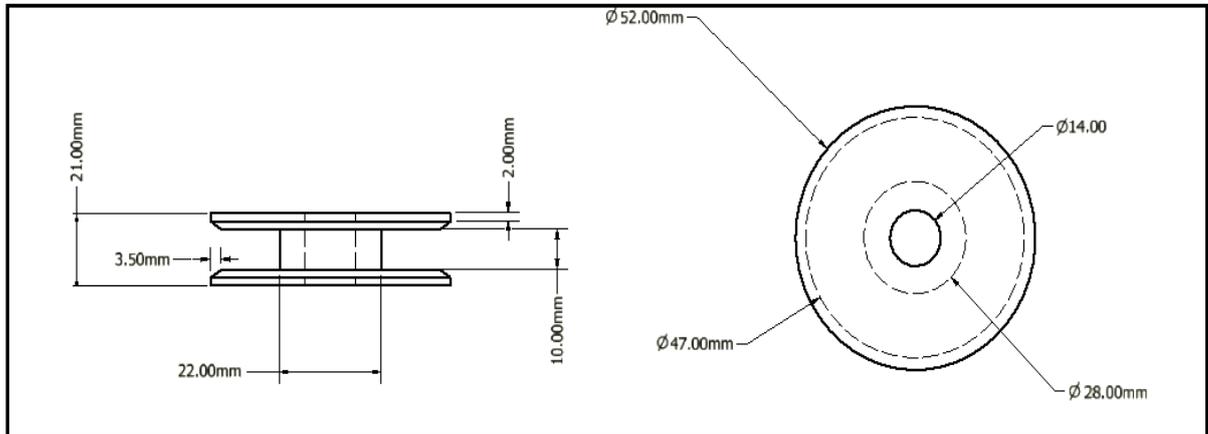


Figura 8 - Cotas da polia.



Figura 9 - Vistas da polia.

No eixo do motor elétrico de corrente contínua estão fixas duas polias. A corda, que dará movimento aos cabides conectados ao trilho, terá cada extremidade presa em uma polia. Ao girar o eixo do motor num sentido, uma polia enrolará uma extremidade da corda, enquanto a outra polia liberará a extremidade oposta. Este procedimento também é válido ao girar o eixo do motor no sentido oposto.

3.3.2. Esquema elétrico

A figura 10 abaixo apresenta o circuito elétrico desenvolvido para o sistema

de controle com CLP para secagem de roupa.

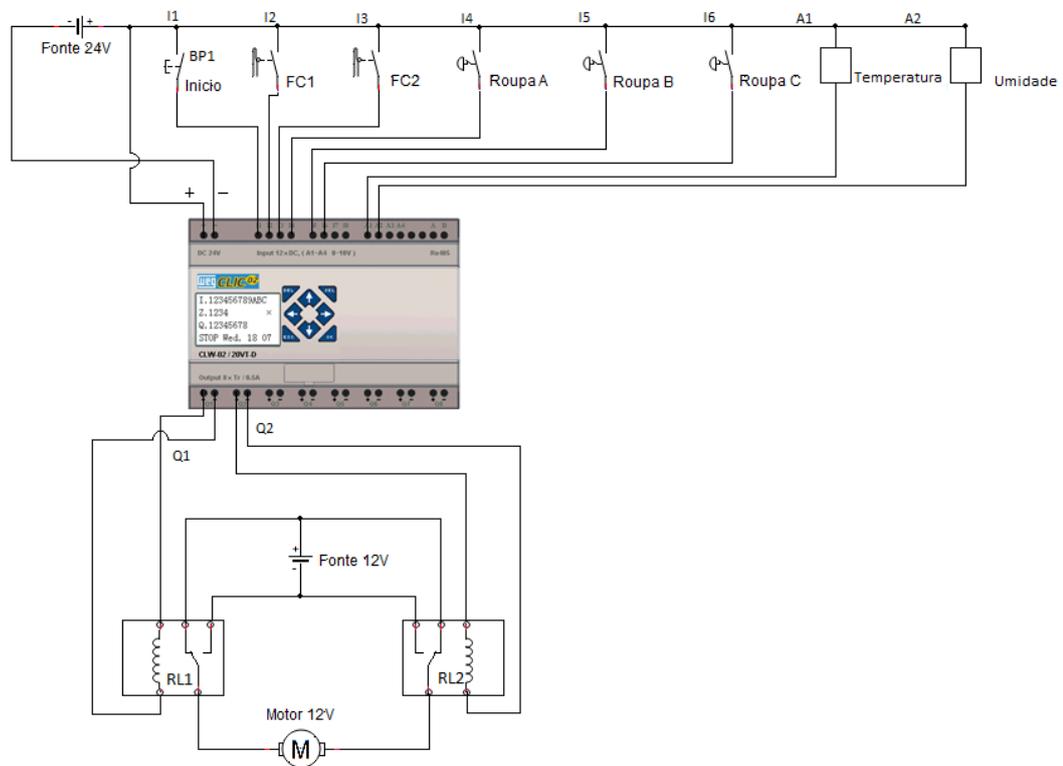


Figura 10 - Esquema elétrico.

Uma fonte de alimentação de 24VDC fornece tensão elétrica para o CLP, sensores e chaves de controle.

As chaves de controle, conectadas nas entradas digitais do CLP, apresentam as seguintes funções: BP1 (Início) chave de impulso responsável pelo início do processo; FC1 e FC2 são chaves fim de cursos responsáveis por informar ao CLP o acionamento do motor elétrico, posicionadas respectivamente na posição inicial e final do trilho; Roupas A, Roupas B e Roupas C são chaves de retenção responsáveis por informar ao CLP qual o tipo de roupa colocada para secagem.

Os sensores, de temperatura e umidade, estão conectados nas entradas analógicas do CLP.

Nas saídas digitais do CLP estão conectados o circuito de acionamento do motor elétrico por uma ponte H. A alimentação do motor elétrico e da ponte H é efetuada por uma fonte de tensão contínua de 12VDC. Comandando os relés RL1 e RL2 resulta no giro do eixo do motor no sentido horário e anti-horário. Acionando a

bobina do RL1, o motor elétrico gira no sentido horário; acionando a bobina do RL2, o motor elétrico gira no sentido anti-horário. As bobinas dos relés não são acionadas simultaneamente.

3.3.3. Fluxograma do Sistema

A figura 11 abaixo mostra o fluxograma do sistema de controle com CLP para secagem de roupa.

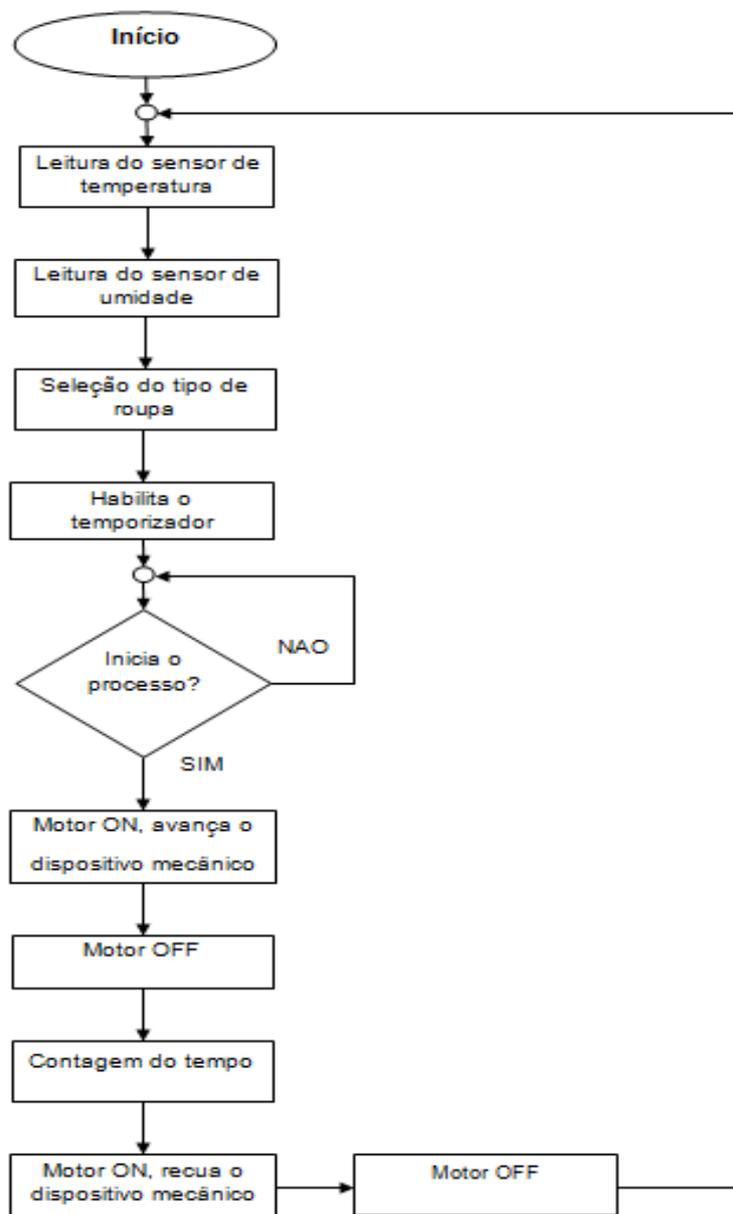


Figura 11 - Fluxograma.

Energizando o sistema elétrico, o primeiro passo a ser executado pelo CLP é a leitura dos sensores de temperatura e umidade. Em seguida, o usuário seleciona o tipo de roupa. O CLP tendo como base a temperatura e umidade, juntamente com o tipo de roupa selecionada, habilita o tempo a ser contabilizado. Após o usuário pressionar o botão de início, o motor gira no sentido de avançar os fixadores para cabides com as roupas dispostas. Finalizado o avanço desses fixadores, dispara a contagem do tempo e ao final, o motor gira no sentido oposto, recolhendo estes fixadores com as peças de roupas secas.

3.3.4. Código *ladder* para CLP

O código fonte a seguir descreve a lógica de funcionamento implantada no CLP e é responsável por enviar informações até o motor para que este avance ou recue e também por receber informações dos sensores e as escolhas do usuário. O código foi desenvolvido no software Clic02 – Edit usando linguagem *ladder*. A partir da Figura 12 estão as linhas do código com a descrição de suas respectivas funções:

Linha 1 a 6: Assim que o sistema for ligado pelo usuário, as entradas analógicas representadas pelos sensores serão ativadas imediatamente, para que a verificação da temperatura e da umidade seja feita pelos comparadores (G01, G02 e G03: temperatura) e (G04, G05 e G06: umidade).

Linha 7 a 12: Há intertravamentos para que, se um valor analógico for selecionado, este valor acionará apenas um marcador (M), usado na parte seguinte do programa.

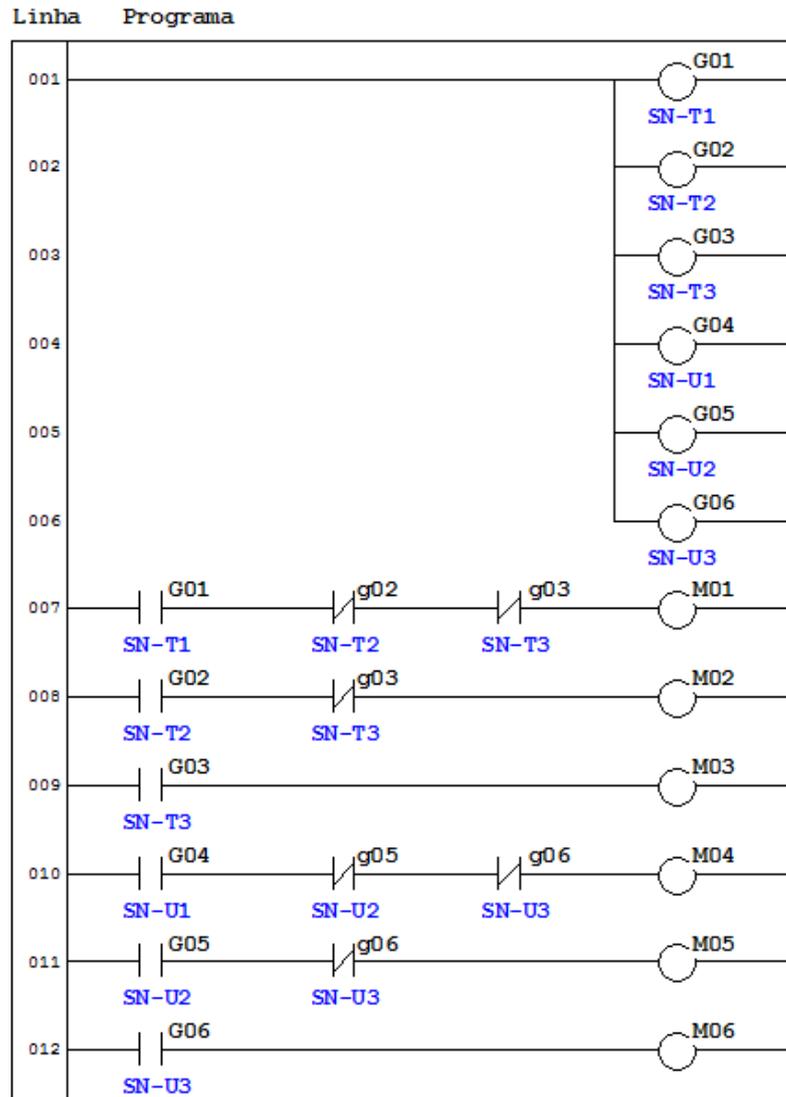


Figura 12 - Código Ladder. Verificação da Temperatura e Umidade.

Linhas 14 a 16: O usuário seleciona o tipo de tecido para a secagem de acordo com as opções: Roupa A (algodão), Roupa B (jeans) e Roupa C (variados), representadas respectivamente pelas entradas I04, I05 e I06. A chave fim de curso inicial representada pela entrada I03 - terá a função de garantir que o programa lido pelo CLP seja executado caso o sistema esteja na posição de recolhimento.

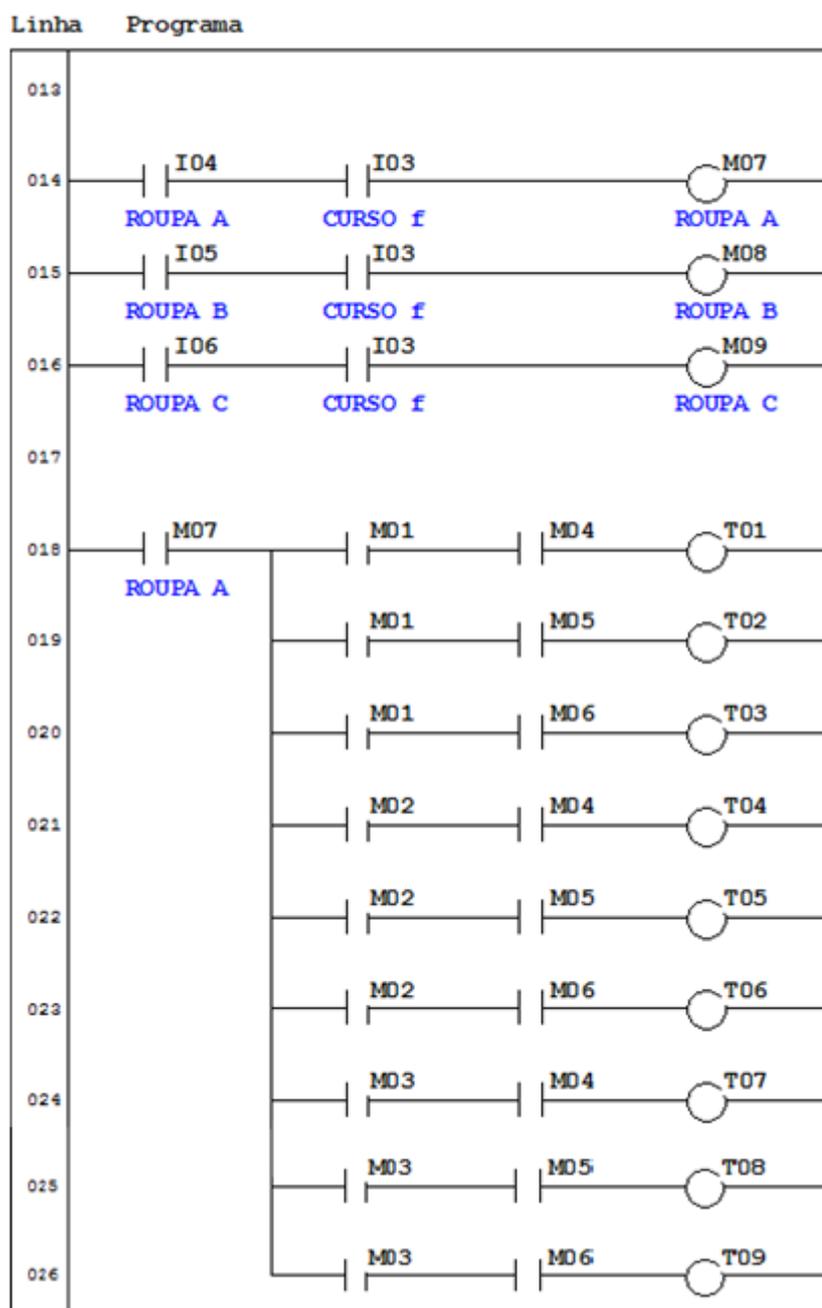


Figura 13 - Código *Ladder*: Seleção do tipo de roupa/ Tempo de secagem da Roupa A.

Linha 18 a 26: Se o usuário selecionar o tipo de Roupa A, representada pela entrada I04, o tempo de secagem para este tipo de roupa será determinado de acordo com os valores de temperatura e umidade relativa obtidos por meio dos respectivos sensores, os quais serão comparados com valores preestabelecidos do programa, de acordo com as faixas de temperatura e umidade.

Linha 28 a 36: Se o usuário selecionar o tipo de Roupa B, representada pela entrada I05, o tempo de secagem para este tipo de roupa será determinado de acordo com os valores de temperatura e umidade relativa obtidos por meio dos respectivos sensores, os quais serão comparados com valores pré-estabelecidos do programa, de acordo com as faixas de temperatura e umidade.

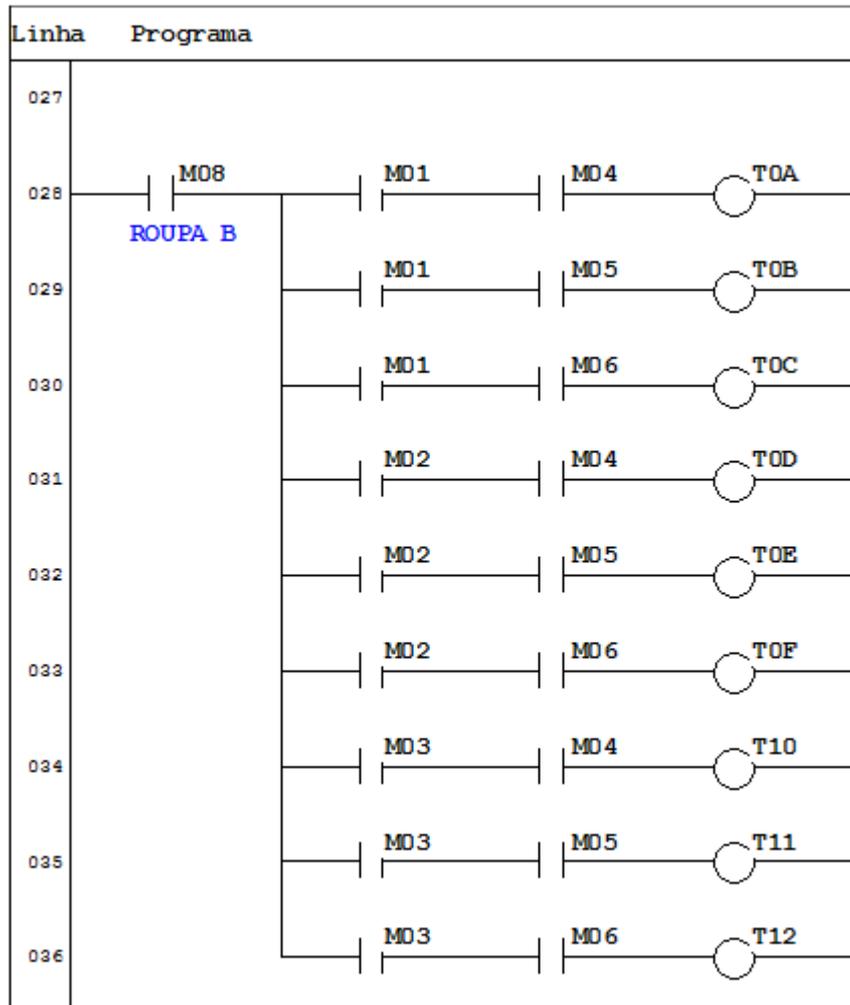


Figura 14 - Código *Ladder*. Seleção do tipo de roupa/ Tempo de secagem da Roupa B.

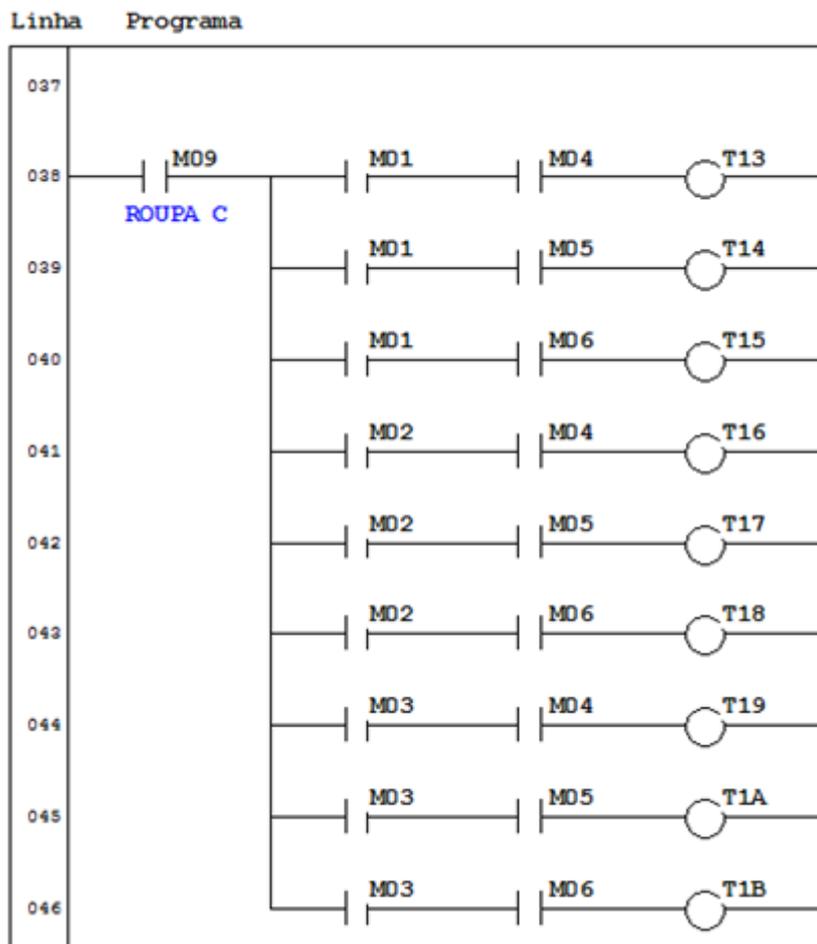


Figura 15 - Código *Ladder*. Seleção do tipo de roupa/ Tempo de secagem da Roupa C.

Linha 38 a 46: Se o usuário selecionar o tipo de Roupa C, representada pela entrada I06, o tempo de secagem para este tipo de roupa será determinado de acordo com os valores de temperatura e umidade relativa obtidos por meio dos respectivos sensores, os quais serão comparados com valores pré-estabelecidos do programa, de acordo com as faixas de temperatura e umidade.

Linha 48 e 49: A entrada digital I01, denominada Início ou *Start*, liga o sistema e aciona o motor para o avanço dos fixadores. Após avançar, a chave fim de curso final é ativada e interrompe o funcionamento do motor.

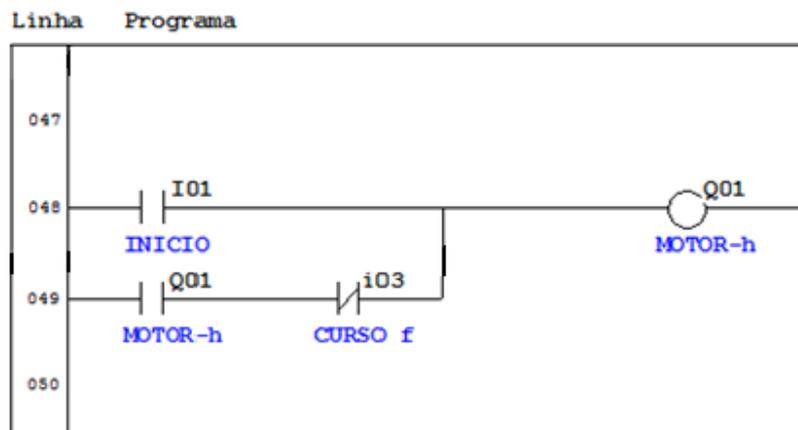


Figura 16 - Código *Ladder*: Início do sistema/ Avanço do motor.

Linha 51 a 62: Os contados dos temporizadores representados como T01, T02, ..., T1B têm a finalidade de fazer com que, ao final da contagem do processo, o motor possa girar no sentido reverso para recuar os fixadores. A chave representada como I02 têm a finalidade de detectar o final do processo de recuo e interromper o funcionamento do motor.

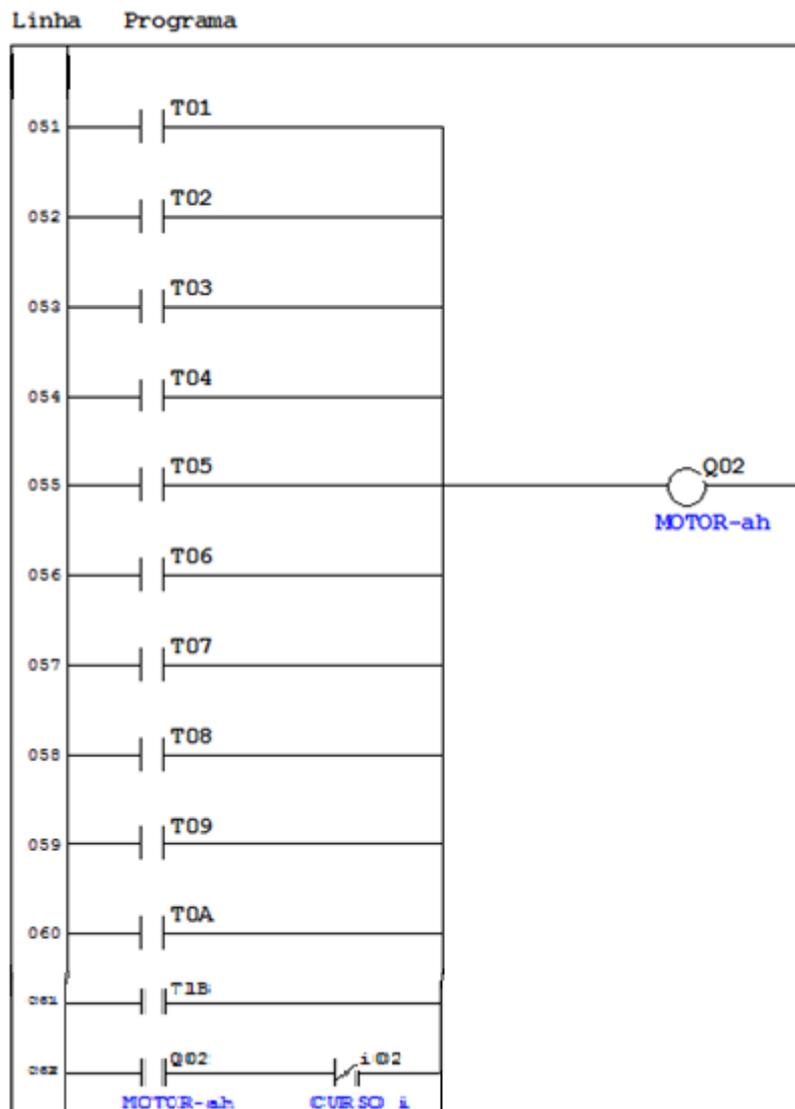


Figura 17 - Código *Ladder*: Recuo dos fixadores de cabide.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No projeto do Sistema de Controle com CLP para secagem de roupa, usando o conjunto eletromecânico desenvolvido, pode-se constatar seu funcionamento conforme o projeto apresentado anteriormente, ou seja: ao medir as variáveis de temperatura e umidade relativa ambiente e uma vez escolhido, pelo usuário, o tipo de tecido a ser secado, o sistema de controle implantado no CLP determina o tempo de secagem das roupas e ativa o mecanismo eletromecânico para estendê-las. Decorrido o tempo de secagem, o mecanismo é novamente acionado e as roupas são recolhidas.

O tempo de secagem, empiricamente determinado, mostrou-se suficiente para as roupas escolhidas durante a realização dos testes. Os resultados dos tempos de secagem obtidos para cada tecido, em função da temperatura e umidade relativa ambiente, foram extrapolados e os resultados estão nas tabelas 4, 5 e 6:

Tabela 4 - Roupas - Algodão, relação entre temperatura, umidade e tempo.

ALGODÃO	11°C a 20°C	21°C a 30°C	31°C a 40°C
31% a 50%	45	30	22
51% a 70%	53	33	24
71% a 90%	60	36	26

Tabela 5 - Roupas - Jeans, relação entre temperatura, umidade e tempo.

JEANS	11°C a 20°C	21°C a 30°C	31°C a 40°C
31% a 50%	61	40	30
51% a 70%	71	45	32
71% a 90%	81	49	34

Tabela 6 - Roupas - Mix, relação entre temperatura, umidade e tempo.

MIX	11°C a 20°C	21°C a 30°C	31°C a 40°C
31% a 50%	65	45	35
51% a 70%	75	50	38
71% a 90%	85	55	40

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o sistema eletromecânico desenvolvido foi capaz de atender aos objetivos propostos nesse trabalho, indicando que houve a correta associação entre os equipamentos periféricos de aquisição e de saída de sinais ao CLP e também o funcionamento apropriado da parte mecânica responsável pelo estendimento e recolhimento da roupa. Deve-se ressaltar que a estratégia usada como solução para apontar o tempo de secagem, desenvolvida em *ladder* e implantada no CLP, mostrou-se capaz de realizar o trabalho proposto.

Como trabalho futuro, sugere-se o monitoramento da umidade relativa do ar e também da temperatura, de maneira que, em determinadas condições que indiquem uma alta probabilidade de chuva, as roupas dispostas no trilho sejam recolhidas para uma área coberta a fim de ficarem protegidas, automaticamente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, Newton C. **Como funciona o motor de corrente contínua (ART476)**. Instituto Newton C. Braga, 2003. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/como-funciona/3414-art476a>>. Acesso em: 8 de set. de 2014.

BRAGA, Newton C. **Motores DC e caixas de redução (MEC070)**. Instituto Newton C. Braga, 2003. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/robotica/5168-mec070a>>. Acesso em: 10 de nov. de 2014.

Catálogo Relés Programáveis CLPs. Santa Catarina, 2012. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-controladores-logicos-programaveis-clps-10413124-catalogo-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 02 de set. de 2014.

CLP WEG – CLIC-02. Disponível em: <<http://www.andrekristiano.esy.es/clp-weg-clic-022/>>. Acesso em: 29 de set. de 2014.

FIALHO, Arivelto B. **Automação Pneumática: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. São Paulo: Editora Érica, 7ª Edição, 2012.

FILHO, Daniel O. Basconcello. **Ponte-H 12V 40ª**. Disponível em: <http://www.robotizando.com.br/artigo_ponte_h_pg1.php> . Acesso em: 12 de nov de 2014.

FRANCHI, Claiton Moro; CAMARGO, Valter Luís Arlindo. **Controladores Lógicos Programáveis Sistemas Discretos**. São Paulo: Editora Érica, 1ª Edição, 2008.

GEORGINI, Marcelo. **Automação Aplicada: Descrição e Implementação de Sistemas Sequenciais com PLCs**. São Paulo: Editora Érica, 9ª Edição, 2011.

LACERDA, Robson de Medeiros. **Trabalho sobre CLP**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeIZIAA/trabalho-sobre-clp>>. Acesso em: 12

de nov. de 2014.

NETTO, Luiz Ferraz. **Máquinas Simples**. Feira de ciências, 2011. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06_re03.asp>. Acesso em: 26 de out. de 2014.

PORTILHO, Gabriela. O que é mais eficiente para secar roupas: muito vento ou muito sol?. **Editora Abril: Mundo estranho, 90ª Edição, 2009**. Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/o-que-e-mais-eficiente-para-secar-roupas-muito-vento-ou-muito-sol>>. Acesso em: 20 de out. de 2014.

Sensores de Temperatura. Disponível em: <<http://www.ecil.com.br/temperatura-industrial/pirometria/sensores-temperatura/>>. Acesso em: 15 de set. de 2014.

SILVA, Clodoaldo. **O Controlador Lógico Programável**. Clube da eletrônica, 2011. Disponível em: <<http://www.clubedaeletronica.com.br/Automacao/PDF/Capitulo%2002%20-%20Controladores%20logicos.pdf>>. Acesso em: 15 de set. de 2014.

WILSON, Jon. **Sensor Technology Handbook**. EUA e UK: Editora Elsevier, 2005.

8. ANEXOS

8.1. Manual do usuário

i. Ligando o sistema

- Energizar o sistema a partir de uma tensão elétrica alternada.
- Colocar as peças de roupas no cabide e pendurá-las nos ganchos do trilho.

ii. Escolhendo o tipo de roupa

- No sistema é possível escolher três tipos de secagem: a secagem para roupas com tecido de algodão pode ser selecionada por meio do botão *CH A* (*Tipo de roupa A*); a secagem para roupas com tecido jeans pode ser selecionada por meio do botão *CH B* (*Tipo de roupa B*); a secagem de roupas com tecidos variados pode ser selecionada por meio do botão *CH C* (*Tipo de roupa C*).

iii. Iniciando a secagem

- Para iniciar o processo de secagem deve-se pressionar o botão de início *CH E*. Aguarde até o processo ser concluído.

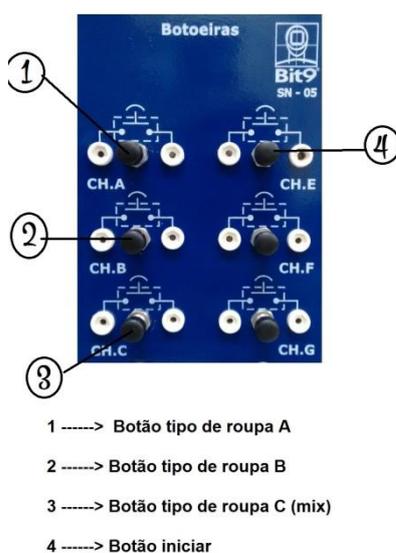


Figura 18 - Botoeiras para escolher o tipo de roupa.

8.2. Data Sheet

Motores | Automação | Energia | Transmissão & Distribuição | Tintas

Automação

Controladores Lógicos Programáveis - CLPs
Relé Programável



CLIC02^{3rd} - Relé Programável

É um equipamento idealizado para aplicações de pequeno e médio porte em tarefas de intertravamento, temporização, contagem e operações matemáticas básicas, substituindo com vantagens contadores auxiliares, temporizadores e contadores eletromecânicos, reduzindo espaços e facilitando significativamente as atividades de manutenção.

A terceira geração possui controle PID, funções aritméticas (soma, subtração, multiplicação e divisão), maior capacidade de programação, maior quantidade de expansão, maior quantidade de temporizadores, marcadores, contadores, além de poder ser mestre de uma rede *Modbus*.



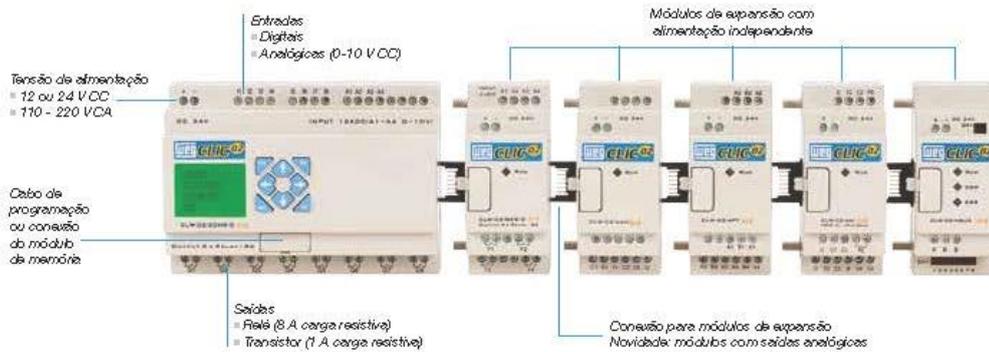
Principais características

- Alimentação 12 V CC, 24 VCC ou 110-220 VCA (50/60 Hz)
- Unidades básicas disponíveis com 10, 12 e 20 pontos de entradas e saídas digitais e 2 ou 4 pontos de entradas analógicas (0-10 V CC/12 bits)
- Expansão de módulos de entradas e saídas digitais (relé ou transistor), analógicas ou Pt-100
- Saídas digitais a relé (8 A para cargas resistivas) ou transistor (1 A para cargas resistivas)
- Configuração máxima de até 44 pontos de entradas e saídas digitais, 4 pontos para Pt-100, 4 entradas e 4 saídas analógicas
- Relógio de tempo real
- Duas entradas rápidas de 1 kHz
- Duas saídas PWM e trem de pulsos 1 kHz
- Display LCD com 4 linhas x 16 caracteres
- Software de programação gratuito CLIC02 Edit V3
- Programação em *ladder* ou diagrama de blocos da função (FDB)
- Capacidade de 300 linhas de programação em *ladder* ou 260 blocos lógicos de funções
- Controle PID e funções aritméticas
- Menus em português e mais 6 idiomas
- Comunicação em RS485 / *Modbus* mestre/escravo (disponível nos modelos 20VR-D e 20VT-D) e comunicação *Modbus* escravo utilizando a expansão *Modbus* 3rd
- Cartão de memória PM06-3rd (opcional)



Compacto

Hardware



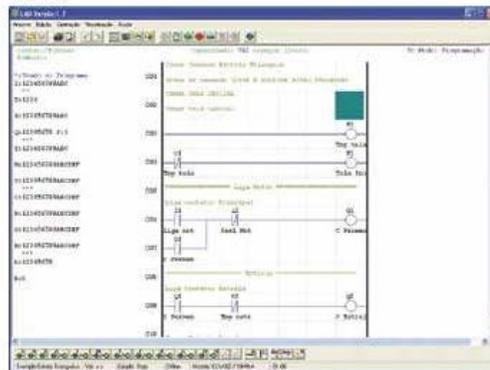
Software de programação gratuito

Além da programação direta no *display*, pode-se utilizar o *software* CLIC02 Edit V3, através de um computador pessoal (PC), facilitando ainda mais sua programação.

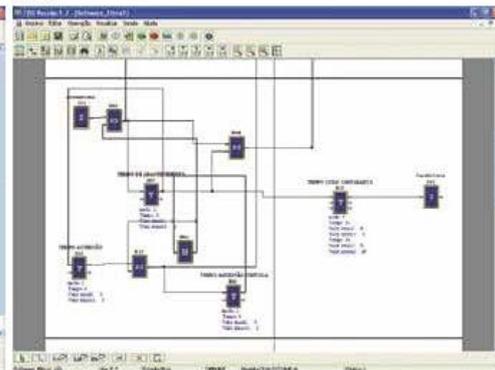
Vantagens da utilização do CLIC02 Edit V3:

- Software gratuito em português
- Programação em *Ladder* (diagrama de contatos) ou em Blocos Lógicos (FBD)
- Armazenamento dos programas em arquivos
- Documentação impressa do programa com comentários das linhas e das variáveis de endereçamento
- Simulação total do funcionamento do programa sem precisar ter um CLIC02 conectado em um computador pessoal (PC)
- Monitoração *on-line* dos parâmetros e da lógica do programa
- Edição e visualização de mensagens
- Alteração *on-line* de parâmetros (temporizadores, contadores, etc)
- Comunicação através de porta USB do computador pessoal (PC)
- Disponível no site: www.weg.net

Ladder



FBD

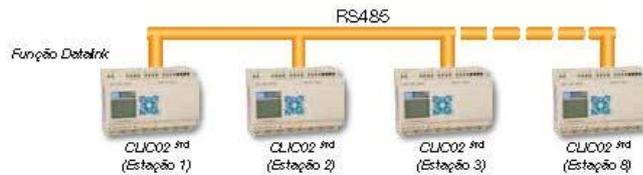


Comunicação em Rede

A linha de relés programáveis CLIC02 3rd possibilita comunicação em rede, atendendo as mais variadas necessidades de aplicação em processos de automação.

Datalink

Esta função permite a troca de dados em alta velocidade entre os CLIC02, podendo se comunicar com até 8 estações. Distância máxima recomendada: 100 m (par trançado blindado).



Modo remoto

Através do modo remoto pode-se dobrar a capacidade de entradas e saídas (E/S) do CLIC02 3rd, utilizando outro CLIC02 3rd, interligado por um cabo trançado (par de fios). Nesta configuração não será possível utilizar unidades de expansão.



Modbus

Esta função permite ao CLIC02 3rd atuar como mestre ou escravo de uma rede Modbus. Distância máxima recomendada: 100 m.

